

$$\text{also } x \cdot y = x_{m+1} \cdot y_{m+1} + \sum_{j=1}^m z_j = \sum_{j=1}^m z_j.$$

Das „ganzzahlige“ Halbieren der linken Zahl entspricht einem üblichen Algorithmus zur Umrechnung von Dezimal- in Dualzahlen. (Beispiel: $397 = 110001101$).

Eine andere Darstellung dieser Umrechnung ist vielleicht transparenter:

$$\begin{array}{r} 397 = 256 + 128 + 8 + 4 + \underline{1} \quad | \text{ hinterste} \\ 128 + 64 + 4 + 2 \quad 0 \\ 64 + 32 + 2 + \underline{1} \quad | \\ 32 + 16 + \underline{1} \quad | \\ 16 + 8 \quad 0 \quad \text{Dualziffer} \\ 8 + 4 \quad 0 \\ 4 + 2 \quad 0 \\ 2 + \underline{1} \quad | \\ \underline{1} \quad | \text{ vorderste} \end{array}$$

4. „Einfache“ Zahlenbeispiele

Bei der *Komplement-Probe* wollen wir Zahlen der Gestalt $a \cdot 10^n$ und $b \cdot 10^m$, wo a und b Ziffern sind, betrachten. Wir beschränken uns hier auf ein Zahlenbeispiel: $700 \cdot 90000 = 63000000$. Komplement-Probe:

$$\begin{array}{r} 300 \cdot 10\,000 = \quad 3\,000\,000 \\ \quad 70\,0 \dots\dots \\ \quad 90\,000 \dots \\ \hline 163\,000\,000 \end{array}$$

Das Beispiel $7 \cdot 9$ (Nullen weggelassen) entspricht gerade der in [2] beschriebenen Milchmädchenrechnung: Wegen $7 = 5 + 2$ und $9 = 5 + 4$ werden an der einen Hand 2, an der anderen 4 Finger gestreckt; zusammen also 6 gestreckte Finger; Null dran: 60 (Bei der Komplement-Probe fällt die vordere 1 weg, das

entspricht der Summe der beiden Summanden 5 bei der Milchmädchenrechnung). Das Produkt der liegengebliebenen Finger $1 \cdot 3$ ist das der 9-Komplemente der Ziffern, vermehrt um 1; schließlich: $60 + 3 = 63$.

Bei der *Dual-Probe* sei der vordere Faktor von der Gestalt $1 \cdot 2^n$ und der hintere beliebig. Wir beschränken uns auf das Zahlenbeispiel:

$$\begin{array}{r} 32 \cdot 10\,101. \text{ Dual-Probe:} \\ 32 \cdot 10\,101 \\ 16 \cdot 20\,202 \\ 8 \cdot 40\,404 \\ 4 \cdot 80\,808 \\ 2 \cdot 161\,616 \\ 1 \cdot 323\,232 \rightarrow \quad \underline{\underline{323\,232}} \end{array}$$

Literatur

- [1] Guinet, R.: Histoire des techniques opératoires, Grand N (no.15), p.27—41 (Mai 1978).
- [2] Schönwald, H. G.: Beweise zur Milchmädchenrechnung, SMP 6 (1978), 275.
- [3] Schönwald, H. G.: Drehen und Wenden bei Grundrechenarten, SMP 7 (1979), 115—121.

Medien

Das Experiment im Sachunterricht der Grundschule

Eine unterrichtstheoretische Neubestimmung des Experiments im Hinblick auf die Unterrichtspraxis

Von Maria-Anna Bäuml-Roßnagl in Regensburg

I. Zur didaktischen Einschätzung des Experiments in der Geschichte der Methodik und Gegenwartsdidaktik des Sachunterrichts

Schulversuch, Lehrversuch, Unterrichtsversuch, Unterrichtsexperiment bzw. untersuchen, versuchen, probieren, experimentieren im Unterricht nehmen in der pädagogisch-didaktischen Literatur keinen breiten Raum ein, wenn Ausnahmen auch hier die Regel bestätigen. Uneinheitlichkeit in der didaktischen Funktionsbestimmung und Ungenauigkeit hinsichtlich der terminologischen Verwendung des sog. Unterrichtsexperiments bestimmen sowohl die einschlägige Fachliteratur als auch die unterrichtspraktische Orientierung bzw. Anwendung (vgl. Bäuml 1977 und 1979, S. 32ff; Schöler 1970 u. a.). Andererseits wurde insbesondere innerhalb der seit Ende der 60er Jahre sich vollziehenden Tendenzwende im grundlegenden Sachunterricht das didaktische Postulat eines expe-

rimentierenden Unterrichts so stark vertreten, daß der Einsatz von Experimentiermaterialien unbedingt zu einem guten Grundschul(sach-)unterricht gehören.

Ein didaktisch begründet umrissener Stellenwert des Experiments und eine präzise definitonische Einordnung in die Skala der Unterrichtsverfahren ist aber nur bei wenigen Vertretern der pädagogischen Didaktik zu finden. Im folgenden seien thesenhaft und exemplarisch einige *didaktische Funktionsbeschreibungen des Experimentierens im Unterricht* angeführt.

These 1: *Das Experimentieren im Unterricht ermöglicht den Erwerb von anschaulichem Erfahrungswissen* vgl. u. a.

Gross, J. G.: Unmaaßgebliche Gedancken über ein mit leichten Kosten zu errichtendes *Seminarium Politikum*. Nürnberg 1739, S. XVIII

Stephani, D. H.: Worin besteht eigentlich das Mechanische, welches der bisherigen Unterrichtsweise in Volksschulen zum Vorwurf gemacht wird, in: *Der Bairische Schulfreund*, Bd. 5, S. 9

Frick, J.: Die physikalische Technik oder Anleitung zur Anstellung von physikalischen Versuchen und zur Herstellung von physikalischen Apparaten mit möglichst einfachen Mitteln. Braunschweig 1872⁴, S. V

These 2: Das Experimentieren im Unterricht bestärkt die Lern- und Leistungsbereitschaft (Motivation) der Schüler

vgl. u. a.

Aebli, H.: *Psychologische Didaktik*. Stuttgart 1963, S. 25ff.

Wagenschein, M.: *Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken*. Stuttgart 1965 und 1970, Bd. I und II

These 3: Das Experimentieren im Unterricht ermöglicht das selbsttätige Lernen

vgl. u. a.

Teachers Guide I, Published for the Nuffield Foundation by William Collins, Sons & Co., London and Glasgow o. J.

Deutscher Bildungsrat (Hg.): *Gutachten und Studien der Bildungskommission. Die Eingangsstufe des Primarbereichs*, Bd. 2/1: *Spiele und Gestalten*, S. 17ff., Stuttgart 1975

Schneider, K.: *Wissenschaftlichkeit oder Kindgemäßheit?* in: *Adrian/Schneider: Grundschule im Wandel*. Ravensburg 1975, S. 229ff.

These 4: Das Experimentieren im Unterricht dient der Förderung allgemeiner Leistungsdispositionen wie z. B. dem Erwerb von Problemlösefähigkeiten

vgl. u. a.

Soostmeyer, M.: *Aspekte forschend-findenden Lernens im Sachunterricht. Fachperspektive Physik*, in: *Neue Wege im Unterricht 1975*, S. 78ff.

Beck, G. / Claussen, C.: *Einführung in Probleme des Sachunterrichts*. Kronberg 1976, S. 131ff.

These 5: Das Experimentieren im Unterricht fördert die kindgemäße Entwicklung komplexer seelisch-geistiger Fähigkeiten

vgl. u. a.

Kerschensteiner, G.: *Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts*. Leipzig 1914, S. 76ff.

Klewitz/Mitzkat: *Nuffield Junior Science Project — Didaktische Prinzipien und Beispiele*, in: *Die Grundschule 1973*, S. 189ff.

Piaget, J.: *Psychologische Betrachtungen über den Unterricht der Naturwissenschaften an der Grundschule*. UNESCO-Schrift. Wiesbaden 1950, S. 44ff.

These 6: Das Experimentieren im Unterricht übt in die Beherrschung fachgemäßer Arbeitsweisen ein

vgl. u. a.

Deutscher Bildungsrat: *Strukturplan für das deutsche Bildungswesen. Empfehlungen der Bildungskommission*. Stuttgart 1970, S. 83ff.

Griebel, G. (Hg.): *Weg in die Naturwissenschaft*. Stuttgart 1971, S. 22ff.

Insbesondere die weithin pauschal-befürwortende, aber insgesamt zu wenig gründlich-begründende Argumentation innerhalb der innovatorischen Tendenzen des grundlegenden Sachunterrichts (im Anschluß an die Post-Sputnik-Ära im anglo-amerikanischen Raum) fordert(e) zu einer grundlegenden Neubestimmung der Merkmals- und Funktionsbeschreibung des Unterrichtsexperiments auf.

Die beiden Säulen, auf denen sich diese Neubestimmung vollziehen muß, sind:

- das Verständnis der Lehr-Lern-Verfahren innerhalb der modernen Unterrichtstheorie
- das Verständnis des Experiments auf der Basis forschungsstrategischer, etymologischer, philosophisch-historischer und anthropologischer Explikationen

(vgl. *Bäuml 1977*, S. 36)

Lehr-Theorien und Lern-Theorien sind wesentliche Begriffe für die Konstitution der modernen Unterrichtstheorien. Denn Unterricht als „Lern- und Führungshilfe“ (*Katzenberger 1973*, S. 403) braucht als Orientierungsgrundlage für den Unterrichtenden ein System von Lehrfunktionen in lehrtheoretischen Modellen, eine Lehrtheorie (*Bruner 1966; Antenbrink 1973; Ruprecht 1972; Klauer 1973* u. a.). Gegenstand unterrichtlichen Handelns ist u. a. die Lernorganisation als Arrangement von Lernbedingungen für den Lernenden (vgl. u. a. *Flechsigg 1975*, S. 181ff.). Lehrperspektive und Lernperspektive, Lehrsituationen und Lernsituationen, Lehrtheorien und Lerntheorien, Lehraktivitäten und Lernaktivitäten, Lehrvariablen und Lernvariablen stehen in komplementärer Interdependenz.

Einen Teilbereich der Lehr-Lern-Theorie stellen die Lehr-Lern-Strategien dar. Lehr-Lern-Strategien meinen eine „systematisch geplante Kombination von Lehr- und Lernaktivitäten“, ein „zusammenhängendes Muster von Steuerungs-

maßnahmen“ bzw. „Pläne von Lehr-Lern-Abfolgen“ (*Einsiedler 1976*, S. 125 ff.). Die Auswahl und Anordnung der Lehraktivitäten müssen den angestrebten Lernaktivitäten entsprechen.

Eine neue unterrichtstheoretische Standortbestimmung des Experiments bzw. der experimentellen Methode kann an diese lehr-lern-theoretischen Aussagen anschließen.

Vergleicht man die bestimmten Merkmale für die unterrichtstheoretische Bestimmung der Lehr-Lern-Strategien mit den Wesensmerkmalen der experimentellen Methode (des Experiments), so lassen sich eine Reihe von analogen Merkmalen feststellen (vgl. *Bäuml 1977*, S. 46 ff.). Diese analogen Strukturen zwischen den Merkmalen bzw. Funktionen der Lehr-Lern-Strategie und der experimentellen Methode gebieten bzw. rechtfertigen die definitorischen Festlegung des Experiments im Unterricht als experimentelle Lehr-Lern-Strategie. In Abb. 1 ist dieser Sachverhalt in einer tabellarischen Übersicht zusammengefaßt.

Die Bestimmung der strukturellen Ähnlichkeiten zwischen der experimentellen Methode und der Lehr-Lern-Strategie ist die theoretische Grundlage der *definitorischen Festlegung des Experiments im Unterricht als experimentelle Lehr-Lern-Strategie*. Diese unterrichtstheoretische Bestimmung eignet sich zu Klärung und zur grobschrittigen wie auch zur kleinschrittigen Planung von experimentellen Unterrichtsverläufen und dient einer sachgemäßen didaktischen Betrachtungsweise des Unterrichtsexperiments. Sie verhindert einseitige didaktische Merkmals- und Funktionsbestimmungen des Experiments wie z. B. die aus einer einseitigen lehrtheoretischen Perspektive erfolgende Ablehnung des Experiments im Grundschulunterricht (vgl. *Schietzel 1939*).

II. Unterrichtstheoretische Neubestimmung des Experiments als experimentelle Lehr-Lern-Strategie

<i>experimentelle Methode</i>	<i>Analogiekriterien</i>	<i>Lehr-Lern-Strategie</i>
Teilmenge aller Forschungsmethoden	Teilmenge	Teilmenge aller Lehrverfahren
Forschungsprozeß als Problemlösungsprozeß	Prozeßcharakter	Denk- bzw. Informationserarbeitungsprozeß als operativer Problemlösungsprozeß
Regelmäßigkeit in der Abfolge der experimentellen Schritte	hierarchische Phaseneinteilung	Regelmäßigkeit in der Abfolge von Lehr-Lern-Schritten
Rückkoppelung sinnlich beobachteter Daten an den theoret. Vorwurf	zyklische Struktur	Rückkoppelung von beobachteten Lernaktivitäten an die theoret. geplanten Lernaktivitäten
Erkenntnisinteresse, epistemisches Verhalten	Zielorientierung	Lernbereitschaft, epistemisches Verhalten
experimentelle Anordnung als „objektives“ Kontrollinstrument einer subjektbezogenen Theorie	Ergebnisorientierung	„objektiv“ überprüfbare Lernergebnisse als Kontrolle der zieladäquaten Lehrstrategie
systematisch geplante Kombination von Beobachtungsaktivitäten	Aktivitätenkombination	systematisch geplante Kombination von Lehr-Lern-Aktivitäten
gezielt angestrebte Erfahrungsgewinnung	Zweckmäßigkeit	gezielt angestrebtes Lernen
interne Hypothesenbildungen als Grundlage für externe Versuchsanordnungen	intern-externer Operationszusammenhang	die primär externen Lehraktivitäten sind Grundlage für meist primär interne Lernaktivitäten
Wechselwirkung zwischen Sinnen und Geist, Wahrnehmen, Denken und Handeln	anthropologische Mehrdimensionalität	Wechselwirkung zwischen den kognitiven, emotionalen und psychomotorischen Dimensionen
Hypothesen-Experiment-Falsifikationsgeflecht	Konstrukt- und Indikatorzuordnung	Differenz zwischen dem analytisch bestimmten und dem realen Lehr-Lern-Prozeß
Realisationsform des Mensch-Welt-Bezugs	subjektiv-objektive Bestimmtheit	Realisationsform des schüler- und gegenstandsbestimmten Lernprozesses

Abb. 1: Die strukturelle Analogie zwischen der experimentellen Methode und der Lehr-Lern-Strategie

III. Makrostrategische Aspekte der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Lernstrategien können als Makrostrategien oder als Mikrostrategien beschrieben werden. Dementsprechend kann auch die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als Lehr-Lern-Abfolge makrostrategisch oder mikrostrategisch bestimmt werden.

Für die Beschreibung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie als *Makrostrategie* sind folgende Analogiekriterien zwischen der experimentellen Methode und der Lehr-Lern-Strategie bedeutsam (vgl. Abb. 1):

- der Prozeßcharakter
- die hierarchische Phaseneinteilung
- die zyklische Struktur
- die Aktivitätenkombination
- der extern-interne Operationszusammenhang.

Der Übersichtlichkeit wegen wird die makrostrukturelle Beschreibung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie in schematischer Anordnung vorgenommen (vgl. Abb. 2). Vom grundlegenden 2-Schritt Hypothese-Experiment, der zyklische Struktur aufweist, wird als häufigste Schrittabfolge der 4-Schritt mit hierarchischem Prozeßcharakter dargestellt. Unterschiedliche Phasenbezeichnungen deuten verschiedene inhaltliche, teilweise unterrichtsmethodische Schwerpunktsetzungen an. Innerhalb der einzelnen Phasen vollziehen sich Aktivitätenkombinationen unterschiedlicher Art mit einem situativ bestimmten intern-externen Operationszusammenhang.

IV. Mikrostrategische Aspekte der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Für die Beschreibung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie als *Mikrostrategie* sind folgende Analogiekriterien zwischen der experimentellen Methode und der Lehr-Lern-Strategie bedeutsam (vgl. Abb. 1):

- die Zielorientierung
- die Ergebnisorientierung
- die Zweckmäßigkeit
- die anthropologische Mehrdimensionalität
- die subjektiv-objektive Bestimmtheit.

Die anthropologische Mehrdimensionalität als Interdependenz der intellectual skills, verbal informations, cognitive strategies und motor skills (Eigler u. a. 1976, S. 186) und die subjektiv-objektive Bestimmtheit lassen eine prinzipiell nur hypothetische Beschreibung mikrostrategischer Merkmale bei Lehr-Lern-Strategien zu. Die situative Bestimmtheit der Lehr-Lern-Situation,

insbesondere die Unstetigkeit der Lehrer-Schüler-Interaktionen verursachen große Schwierigkeiten bei der Planung der Mikro-Elemente im Lehr-Lern-Prozeß, insbesondere im Sinne einer hierarchischen Abfolge. Die Prinzipien der Zielorientierung, Ergebnisorientierung und der Zweckmäßigkeit sollten jedoch alle Einzelaktivitäten bei der Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie bestimmen.

In Abb. 3 wurde der Versuch unternommen, den makrostrategischen Phasen der experimentellen Lehr-Lern-Strategie mikrostrategische Lehr-Lern-Aktivitäten zuzuordnen. Diese überblicksmäßige Darstellung ist unterrichtspraktisch orientiert; die unterrichtspraktische Relevanz soll im nächsten Abschnitt an Beispielen verdeutlicht werden.

	I Hypothese		II Experiment	
	I experimentelle Fragestellung	II Formulierung der Hypothesen	III Durchführung des Experiments	IV Konfrontation: Hypothese-Experiment
	I Vorbereitung des Experiments theoretisch	II Vorbereitung des Experiments praktisch	III Durchführung des Experiments	IV Auswertung des Experiments
nach Pletsch	I Fragestellung (Problem) problem-situativ	II Planung (Projektion) (gedanklich und materiell)	III Durchführung (Observation) (sensomotorisch) Beobachtungsaufgabe	IV Auswertung (Innovation) (Darstellung, Deutung) Beobachtungsergebnis
nach Eichmüller	I Meinungsbildung (Problemgrund — Problemfrage — Hypothesenformulierung)	II Konstruieren: experimentelle Anordnung	III Laborieren: experimentelle Durchführung — Beobachtungsfeststellung	IV Schlußfolgerung: Ergebnisfeststellung — Integration: zu Problemgrund und Problemfrage
	I Problem (Frage, Konzept, Begriff)	II Versuch (Planung, Durchführung)	III Ergebnis (Konzept, Regel, Problem)	IV Anwendung (Problem, Konzept)
nach Einsiedler	I Fragestellung: Problemstellung	II Versuchsplanung: Versuchsvorbereitung	III Versuchsdurchführung: Versuchsbeobachtung	IV Versuchsergebnis Versuchsauswertung
nach Soostmeyer	I Frage: (Ich habe eine Frage)	II Versuchsplanung: Was muß ich tun, um diese Frage zu beantworten? Beantwortung der Frage Ich beantworte die Frage mit Hilfe der Ergebnisse	III Versuchsdurchführung: Ich führe das aus, was ich geplant habe	IV Ergebnis: Welche Ergebnisse habe ich beobachtet

Abb. 2: Makrostrukturelle Beschreibung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Diese neue unterrichtstheoretische Bestimmung des Unterrichtsexperiments als experimentelle Lehr-Lern-Strategie hat den Vorzug, didaktische und methodische Strukturmerkmale und Funktionen des Unterrichtsexperiments differenzierter und sachgemäßer beschreiben zu

können. Das trägt einerseits zur Klärung der bisher oft nur hypothetisch geführten Diskussion um den didaktischen Stellenwert des Experiments innerhalb der Unterrichtsmethoden bei; andererseits werden auch praktische Probleme der Methodik des Unterrichtsexperiments inner-

V. Lehr- und Lern-Aktivitäten bei der unterrichtspraktischen Durchführung der experimentellen Lernstrategie — Beispiele aus dem Sachunterricht der Grundschule

Abb. 3: Mikrostrategische Lehr- und Lernaktivitäten bei der Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Schrittfolge der experimentellen Lehr-Lern-Strategie	mikrostrategische <i>Lehr</i> aktivitäten	mikrostrategische <i>Lern</i> aktivitäten
1. Fragestellung (Problem)	Eine Problemsituation schaffen, zum Staunen anregen, Informationen bereitstellen, Zusammenhänge herstellen, Vermutungen anstellen, zur Formulierung von Problemfragen Hilfestellung geben u. a.	Probleme erkennen, Fragen formulieren, staunen, vermuten, Informationen organisieren, Schlußfolgerungen konstruieren, Konsequenzen voraussagen, vertraute Phänomene erklären, Kausalaussagen machen, unterscheiden u. a.
2. Planung (Projektion)	Mit den Schülern die Zielsetzung besprechen, mögliche Organisationsformen darstellen, benötigte Arbeitsmittel bereitstellen, mögliche Vorgehensweise besprechen, Beobachtungsaufgaben festlegen u. a.	Hypothesen konstruieren, Probleme operational definieren, Konsequenzen aus der Hypothese deduzieren, Wege zur empirischen Kontrolle der Hypothese erfinden, Variablen identifizieren, Modelle entwickeln, Mannigfaltigkeit der Erscheinungen ordnen, vergleichen, isolieren, erfinden, Entscheidungen treffen u. a.
3. Durchführung (Observation)	Die Schüler zum Umgang mit dem Material anregen, an die Beobachtungsaufgabe erinnern, auf genaue Beobachtung hinweisen, individuelle Lernhilfen geben u. a.	Das Experiment ausführen, demonstrieren, beobachten, messen, differenziert wahrnehmen, Variablen kontrollieren, Raum-Zeit-Beziehungen gebrauchen; fachspezifische Techniken einsetzen; Einzelheiten erkennen; Strukturen erfassen, mit Experimentiergeräten und Experimentiergegenständen umgehen, manuell operieren u. a.
4. Auswertung (Interpretation)	Beobachtungen mitteilen lassen, zum genauen Verbalisieren anregen, zum Vergleich von experimentellem Vorgang, experimentellem Ergebnis und der Problemfrage anhalten, zu Erklärungsversuchen auffordern, in größere Wissenszusammenhänge einordnen u. a.	Daten beschreiben, verbalisieren, protokollieren, interpretieren, kategorisieren, klassifizieren, systematisieren, logisch schließen, Form und Funktion von Erscheinungen verknüpfen, grafische Darstellungen lesen und anfertigen, Beziehungszusammenhänge sehen, die Voraussage bestätigen oder falsifizieren, transferieren, abstrahieren, die Hypothese prüfen, Probleme lösen u. a.

**Durchführung
der experimentellen
Lehr-Lern-Strategie**

Abb. 4

<i>I. Fragestellung / Problemstellung</i>	
Lehraktivitäten (Lehrer)	Lernaktivitäten (Schüler)
<ul style="list-style-type: none"> — Ein Phänomen aus der alltäglichen Umwelt aufgreifen und in den Fragehorizont der Schüler stellen — Eine Problemsituation aus der kindlichen Erfahrungswelt aufgreifen — Technische Umweltphänomene bzw. Spielsituationen der Schüler zur Stellung des Sachproblems aufgreifen — Mit einem Reizwort (z. B. „weißes Pulver“) die Schüler zum Nachdenken anregen — In Rätselform eine unterrichtliche Problemsituation aufwerfen — Informationen (auch Bildmaterial) zum Thema anbieten 	<ul style="list-style-type: none"> — Selbstverständliche alltägliche Umweltgegebenheiten denkerisch zu hinterfragen bereit sein Über themagemaße Alltagserfahrungen möglichst genau berichten — Alltägliche Umgangserfahrungen oder Spielerfahrungen auf Ursachen hin befragen lernen — Umwelterfahrungen in bezug auf das Unterrichtsthema mobilisieren — Über die Problemstellung nachdenken und gemachte Umgangserfahrungen anführen — Aufgrund der Lehrerinformationen unterrichtliche Fragestellungen entwickeln

Abb. 5

<i>II. Versuchsplanung / Versuchsvorbereitung</i>	
Lehraktivitäten (Lehrer)	Lernaktivitäten (Schüler)
<ul style="list-style-type: none"> — Das Stellen von gezielten Problemfragen anregen — Vermutungen und Fragestellungen der Schüler aufgreifen und einordnen — Die Schülervermutungen systematisch ordnen — Eine Struktur in die experimentelle Fragestellung bringen — Zu einer präzisen Fragestellung auffordern — Fachlich mögliche Untersuchungsaspekte im Hinblick auf die experimentelle Überprüfungssituation im Klassenraum aufgreifen 	<ul style="list-style-type: none"> — Eigene Vermutungen zur Phänomenklärung präzise versprachlichen — Möglichst viele themenspezifische Fragestellungen „erfinden“ — Möglichst viele Untersuchungsmöglichkeiten „erfinden“ — Experimentelle Fragestellungen präzise formulieren — Die Frageansätze der Schüler in eine experimentell übergreifende Fragerichtung bringen — Eine präzise unterrichtliche Fragestellung formulieren

Abb. 6

<i>III. Versuchsdurchführung / Versuchsbeobachtung</i>	
Lehreraktivitäten (Lehrer)	Lernaktivitäten (Schüler)
<ul style="list-style-type: none"> — Versuchsmaterialien bereitstellen (lassen) — die Schüler zur Versuchsdurchführung anleiten — Demonstrationsversuche mit kindgemäßen Erläuterungen durchführen — individuelle Hilfestellung bei der Durchführung und Auswertung des spielenden Experimentierens geben — die Schüler auf den Zusammenhang von experimentellen Ausgangsfragen und spielendem Experimentieren hinweisen — auf die Analogie von Versuchsmodell und Umweltobjekt (in den Einzelteilen zuordnen!) hinweisen — Die für die Schüler schwierigen Versuche als Lehrerdemonstrationsversuche durchführen — Auf eine sorgfältige Versprachlichung der Versuche/Versuchsschritte achten — Anregungen zur Variation der Einzelversuche geben — Die Schüler zur Formulierung von Hypothesen anregen — Die sachgerechte Versuchsanordnung/Versuchsdurchführung überwachen — Die Schüler zur genauen Beobachtung anhalten — Den Schülern Impulse zur Organisation der Langzeitversuche geben — Möglichkeiten zur tabellarischen Aufzeichnung der Langzeit-Beobachtungsdaten aufzeigen bzw. beurteilen — Die Betreuung der Langzeitversuche durch die Schüler überwachen 	<ul style="list-style-type: none"> — Mit den bereitgestellten Versuchsmaterialien möglichst viele und möglichst fragespezifische Versuche durchführen — In Einzelarbeit sorgfältig und in Partnerarbeit aufeinander abgestimmte Versuche durchführen — Möglichkeiten der Versuchsanordnung „erfinden“ — Mit den bereitgestellten Versuchsmaterialien Versuchsanordnungen treffen — Immer wieder neue Variationen bei der Versuchsdurchführung „erfinden“ — Die Versuchsmodelle mit den konkreten Umweltobjekten vergleichend in Zusammenhang bringen — Einzelne Versuche als Versuchsreihe identifizieren können (in ihrer problemorientierten Zuordnung) — Die einzelnen Versuche sorgfältig beobachten bzw. durchführen — Die während der Versuchsdurchführung und nach dem Versuch gemachten Beobachtungen ausführlich beschreiben — Vergleiche bei einzelnen Beobachtungsergebnissen durchführen — eigene Vermutungen über das Versuchsergebnis anstellen — verschiedene Möglichkeiten zur tabellarischen Aufzeichnung der Beobachtungsdaten ausführen — Sorgfalt zeigen bei der Betreuung der Langzeitversuche — Die Langzeitversuche auch bei geringer Veränderung im Versuchsmaterial mit Interesse verfolgen — Überlegungen zur Feststellung von etwaigen Veränderungen anstellen — Die Fragestellung der Ausgangssituation „im Auge“ behalten

IV. Versuchsergebnis / Versuchsauswertung	
Lehraktivitäten (Lehrer)	Lernaktivitäten (Schüler)
<ul style="list-style-type: none"> — Die Schüler zum Versprachlichen der Beobachtungsdaten auffordern — Fachsprachliche Begriffe bzw. fachliches Wissen (in kindgemäßer Form) anbieten — Eine Struktur in die einzelnen Beobachtungsergebnisse bringen — Sachklärende Informationen anbieten — Arbeitsmaterialien (Bücher, Lexika) zur Klärung der Versuchsergebnisse bereitstellen — Die Schüler zur Formulierung von Erklärungs-möglichkeiten auffordern — Die Schüler zur Systematisierung der Beobachtungsdaten anhalten — Zusammenhänge zwischen Einzelbeobachtungen feststellen — Auf die Sachzusammenhänge zwischen den verschiedenen Versuchen hinweisen — Anregungen geben zum Zuordnen von Einzelversuchen zu den Versuchsreihen — Die Schüler zum Vergleich der Beobachtungsergebnisse anregen — Einzelaussagen in den Zusammenhang mit physikalisch-technischen Gesetzmäßigkeiten stellen — Die Ergebnisse der Einzelversuche in einen größeren Sachzusammenhang stellen 	<ul style="list-style-type: none"> — Die Beobachtungsdaten so präzise wie möglich verbalisieren — Die Beobachtungsdaten in der Alltagssprache und in der Fachsprache formulieren — Sachinformationen aufnehmen und in Zusammenhang mit den Beobachtungsergebnissen bringen — Aussagen über die Beobachtungsdaten erläutern und erklärend machen — Vergleiche ziehen zwischen den eigenen Vermutungen und den Beobachtungsergebnissen — Die Beobachtungsdaten gemäß den experimentellen Fragestellungen zu erklären versuchen — Die Sachklärungen des Lehrers mit den eigenen Vermutungen vergleichen — Physikalisch-technische Gesetzmäßigkeiten an Umweltphänomenen entdecken können — Die Versuchsergebnisse im Zusammenhang mit den gewonnenen Einsichten versprachlichen — Gemeinsamkeiten/Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsergebnissen herstellen — Den Transfer der erarbeiteten Kenntnisse auf alltägliche Umweltphänomene vollziehen können — Fachausdrücke verstehen und richtig verwenden können — Mit Hilfe von Büchern usw. die eigenen Deutungsversuche der experimentellen Beobachtungsdaten kritisch überprüfen — Aus den Ergebnissen der Modellversuche Erkenntnisse für die Klärung der entsprechenden Umweltgegebenheiten ziehen — Modellversuche als eine Möglichkeit zur experimentellen Klärung komplizierter bzw. materialaufwendiger Umweltphänomene richtig einschätzen lernen

halb eines begründeten didaktischen Zusammenhangs lösbar bzw. angebar.

Innerhalb der makro- und mikrostrategischen Planung und Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie im Unterricht sind eine große Anzahl von Lehr-Lern-Aktivitäten notwendig bzw. möglich. Die *Auswahl und Anordnung der einzelnen Lehraktivitäten bzw. Lernaktivitäten* ist bestimmt durch:

- die sachlogische Struktur der experimentellen Methode (vgl. Kap. II, II, IV):
- die sachlogische Struktur der jeweiligen Unterrichtsinhalte („Thema“)
- die didaktische Intention der jeweiligen Zielsetzung für die Unterrichtsstunde/-einheit

- die situativen personalen und materialen Unterrichtsbedingungen.

Unabhängig von diesen situativen Voraussetzungen sind für die Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie (im Sachunterricht der Grundschule) eine Reihe möglicher Lernaktivitäten und Lehraktivitäten didaktisch sinnvoll und methodisch empfehlenswert. Die nachfolgend vorgenommene Auflistung kann als Auswahlkatalog verstanden werden. Die mikrostrategischen Lernaktivitäten sind der jeweiligen makrostrategischen Phase zugeordnet (vgl. auch *Bäuml* 1979) (vgl. Abb. 4, 5, 6 und 7).

Abb. 4, 5, 6, 7: Mikrostrategische Lernaktivitäten innerhalb der einzelnen makrostrategischen Phasen der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Antenbrink, H.: Unterricht als Determinante kognitiven Lernens. Eine Untersuchung über die Auswirkungen von didaktischen Instruktionsmethoden auf kognitive Lernprozesse. Basel/Weinheim 1973

Bäuml, M.-A.: Didaktische Funktionen des Experiments im Sachunterricht der Grundschule. Eine Analyse des Realisationszusammenhangs zwischen den didaktischen Leitvorstellungen der Wissenschaftsorientierung, Schülerorientierung, Umweltorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie. Diss. der Univ. Regensburg 1977

Bäuml, M.-A.: Das Experiment im Sachunterricht der Grundschule. Umweltorientiertes, wissenschaftsorientiertes, schülerorientiertes Lernen durch Experimentieren. Ansbach: Prögel 1979

Bruner, J. S.: Toward a theory of instruction. Cambridge / Mass. 1966

Eigler / Macke / Nenninger / Poelchau / Straka: Mehrdimensionale Zielerreichung in Lehr-Lern-Prozessen, in: Zs. für Pädagogik 1976, S. 181 ff.

Einsiedler, W.: Lehrstrategie und Lernerfolg. Weinheim 1976

Flehsig, K.-H.: Was ist ein Lernprojekt? in: *Flehsig/Haller*: Einführung in didaktisches Handeln. Stuttgart 1975

Katzenberger, L.-F. (Hg.): Der Sachunterricht der Grundschule in Theorie und Praxis. Ein Handbuch für Studierende und Lehrer. Teil II. Ansbach 1973

Klauwer, J.: Das Experiment in der pädagogischen Forschung. Düsseldorf 1973

Ruprecht / Beckmann / v. Cube / Schulz: Modelle grundlegender didaktischer Theorien. Beiträge zu einer neuen Didaktik. Hannover 1972

Literatur

Schietzel, C.: Das volkstümliche Denken und der naturkundliche Unterricht in der Volksschule. Hamburg 1939
Schöler, W.: Geschichte des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Berlin 1970
Eichmüller, R.: Vorschläge zur Durchführung von Experimenten im fachlichen Bereich Physik/Chemie (Teil 1). In: Welt der Schule 1976, H. 5, S. 281—294

Einsiedler, W.: Lehrstrategien und Lernerfolg. Weinheim 1976
Pietsch, A.: Der Versuch im Biologieunterricht. In: Biologie in der Schule. Berlin 1952, S. 33—39
Soostmeyer, M.: Aspekte forschend-findenden Lernens im Sachunterricht. Fachperspektive Physik. In: Neue Wege im Unterricht, 1975, H. 2, S. 71—83

Apothekervereine engagieren sich für Gesundheitserziehung

Transparentenmappe für den Sachunterricht, biologischer Lernbereich

Das Thema „Gesunderhaltung des menschlichen Körpers“ ist in allen Bundesländern ein wesentliches Lernziel im biologischen Lernbereich des Sachunterrichts.

Für die individuelle Unterrichtsgestaltung, die sowohl sach- wie auch gesellschaftsorientiert sein soll, haben die Apothekervereine Bayern, Bremen, Hessen, Niedersachsen, Nordrhein und Westfalen-Lippe gemeinsam eine Transparentenmappe „Gesundheitserziehung“ entwickelt. Die Apotheker als Heilberuf und als Berater für Arznei und Gesundheit fühlen sich im Rahmen ihres gesetzlichen Auftrages verpflichtet, hier informierend und aufklärend zu wirken.

Die Mappe wurde von erfahrenen Pädagogen entwickelt und gestaltet; sie enthält neun Transparente zu den Themen
Gesunde Ernährung
Hygiene

Umgang mit Haustieren

Gifte im Alltag

Erste Hilfe

Erkältungskrankheiten

Schutzimpfungen

Heilpflanzen

Die Apotheke

kombiniert mit ausführlichen Lehrerbegleittexten sowie Kopiervorlagen zur Herstellung von Schülerarbeitsblättern. Die Transparentenmappe ist so konzipiert, daß sie lehrplangerecht innerhalb des Sachunterrichts unter Berücksichtigung verschiedener Lernbereiche und Sachaspekte eingesetzt werden kann und eine Bereicherung für den Unterricht darstellt.

Bestellungen sind zu richten an:

HADÜ-Hagemann Lehrmittel- und Verlagsgesellschaft mbH,
Postfach 5129, 4000 Düsseldorf 1
Best.-Nr. 160004 Schutzgebühr DM 30,—

Buchrezensionen

Biologisches Grundpraktikum in 2 Bänden von Prof. Dr. Karl Kuhn, Lörach und Prof. Dr. Winfried Probst, Flensburg, Bd. II: 1980. XII, 343 S., 173 Abb., 53 Tab. kart. DM 38,—, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

Der Band II beinhaltet folgende 7 Teilgebiete der Biologie: Reizbarkeit und Bewegung, Steuerung und Regelung, Verhalten, Genetik, Evolution, Immunbiologie und Ökologie. Von diesen dürften die Gebiete Reizbarkeit und Bewegung, Steuerung und Regelung, Verhalten und Ökologie eine gewisse Grundschulrelevanz besitzen.

Als Teilthemen zur Reizbarkeit enthält das Buch: Öffnungs- und Schließbewegungen bei Blüten, Geotropismus von Keimwurzeln und Winden des Bohnensprosses. Von der Steuerung und Regelung dürften der Lidschlagreflex, der Pupillenreflex und der Lichttrückenreflex bei Fischen von Bedeutung sein. Im Thema Verhalten finden sich die Farbdressur bei Fischen, Dressurversuche bei der Honigbiene, Verständigung bei Bienen und Aggressionsverhalten des Kampffisches. Innerhalb der Ökologie dürfte lediglich die Frage Parasitismus: Gallen von einer gewissen Bedeutung für den Grundschüler sein.

Zur persönlichen Fort- und Weiterbildung des biologisch interessierten Sachkundelehrers der Grundschule dürften jedoch auch die anderen Kapitel von

Interesse sein und hier vor allem die theoretischen Grundlagen.

Die Gliederung jedes Kapitels erfolgt gleichartig jeweils in 4 Abschnitte:

A. Intention

B. Lernziele

C. theoretische Grundlagen

D. Experimente und Beobachtungen/Praktischer Teil. Bei der Intention findet der Leser allgemein-inhaltliche Ausführungen zu Abschnitten im Zusammenhang mit dem jeweiligen biologischen Schwerpunktthema. Die Lernziele enthalten allgemeine/spezielle Zielvorstellungen zu dem betreffenden Abschnitt in ausreichend großer Zahl.

Die theoretischen Grundlagen enthalten Ergebnisse des jeweiligen biologischen Problems, wie schon erwähnt eine gute Möglichkeit zur privaten Weiter- und Fortbildung des Lehrers — wenn auch die meisten Details über das Niveau des Primarstufenlehrers hinausgehen. Die SI- und SII-Lehrer sind die eigentliche Adressatengruppe.

Besonders der praktische Teil gibt eingehende und klare Hinweise auf die experimentelle Überprüfbar-